

**PROCEDE DE TRAITEMENT DU LAIT PAR ELECTRODIALYSE SUR MEMBRANES CATIONIQUES, LAIT DECATIONISE ACIDE AINSI OBTENU ET UTILISATION DE CE DERNIER POUR LA FABRICATION DE LA CASEINE, DU CAILLE DE LAIT POUR FROMAGES ET DU LACTOSERUM**

**Publication number:** FR2514615

**Publication date:** 1983-04-22

**Inventor:** RIALLAND JEAN-PAUL; BARBIER JEAN-PIERRE

**Applicant:** BRIDEL LAITERIES (FR)

**Classification:**

- **international:** A23C9/144; A23C19/045; A23J1/20; A23C9/00;  
A23C19/00; A23J1/00; (IPC1-7): A23C9/144;  
A23C19/045; A23C21/00; A23J1/20

- **European:** A23C9/144; A23C19/045D; A23J1/20

**Application number:** FR19810019765 19811021

**Priority number(s):** FR19810019765 19811021

[Report a data error here](#)

Abstract not available for FR2514615

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 514 615**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 19765**

(54) Procédé de traitement du lait par électrodialyse sur membranes cationiques, lait décationisé acide ainsi obtenu et utilisation de ce dernier pour la fabrication de la caséine, du caillé de lait pour fromages et du lactosérum.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). A 23 C 9/144, 19/045, 21/00; A 23 J 1/20.

(22) Date de dépôt ..... 21 octobre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 22-4-1983.

(71) Déposant : Société anonyme dite : LAITERIES E. BRIDEL. — FR.

(72) Invention de : Jean-Paul Rialland et Jean-Pierre Barbier.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

Procédé de traitement du lait par électrodialyse sur membranes cationiques, lait décationisé acide ainsi obtenu et utilisation de ce dernier pour la fabrication de la caséine, du caillé de lait pour fromages et du lactosérum.

5           La présente invention concerne un procédé de traitement du lait par électrodialyse sur membranes cationiques, pour obtenir un lait décationisé acide, le produit ainsi obtenu et l'utilisation de ce dernier pour la fabrication de la caséine, ou du caillé de lait pour fromages, et du lactosérum.

10          Les procédés classiques de fabrication de la caséine ou du caillé de lait pour fromages sans pressure font intervenir la coagulation de la caséine contenue dans le lait par abaissement du pH dudit lait au point isoélectrique de la caséine qui se situe vers pH 4,6 :

15          - soit par fermentation lactique du lait, procédé qui nécessite cependant l'entreposage de volumes importants de lait pendant toute la durée de la fermentation, qui peut atteindre 12 à 16 heures,

              - soit par acidification du lait par addition d'un acide minéral fort (acide chlorhydrique, acide sulfureux entre autres), pour abaisser le pH dudit lait au point isoélectrique de la caséine de lait, auquel se produit la coagulation de la caséine contenue dans ce lait, procédé qui conduit à une caséine de bonne qualité mais également à un volume important de lactosérum acide et fortement minéralisé, difficile à valoriser en l'état, et

20          nécessitant le plus souvent un traitement supplémentaire de déminéralisation par échange d'ions ou par électrodialyse; de plus, ce traitement brutal du lait par un acide fort, risque de dénaturer ou de dégrader certains produits de valeur contenus dans le lait à traiter,

25          - soit par passage du lait à travers une couche de résine échangeuse de cations sous forme acide pour remplacer les cations contenus dans le lait par des ions hydrogène et précipiter la caséine du lait sur les particules de ladite résine, procédé qui conduit à l'obtention d'une

30

- caséine de qualité et d'un lactosérum de bonne valeur nutritive,
- mais la précipitation de la caséine sur les particules de résine provoque très rapidement l'inactivation de ladite résine.

5 Afin de remédier à ces inconvénients, selon un procédé récent décrit dans la demande de brevet français N°78.06007 déposée le 2 Mars 1978 pour "Procédé et installation pour préparer de la caséine", on a proposé d'opérer en deux stades :

- on effectue un premier stade d'acidulation du lait écrémé par électrodialyse sur membranes cationiques, jusqu'à l'obtention d'un pH supérieur à 4,7, et notamment compris entre 4,9 et 5, de façon à éviter toute coagulation de la caséine du lait à la surface des membranes de l'électrodialyseur,
- puis on termine l'acidulation dans un second stade par addition d'un acide minéral dilué, jusqu'à l'obtention d'un pH de 4,6 pour coaguler la caséine que l'on récupère.

10 Toutefois, l'addition d'un acide minéral dans le second stade pour acidifier le lait, outre qu'elle représente un risque de corrosion pour le matériel de fabrication, conduit à un lactosérum acide minéralisé, nécessitant pour sa commercialisation une déminéralisation totale ou partielle onéreuse.

15 Or, les inventeurs ont constaté qu'en traitant du lait par électrodialyse sur membranes cationiques, on pourrait abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine du lait (pH 4,6) ou au-dessous de ce point sans provoquer la coagulation de la caséine contenue dans ce lait, si l'on maintenait le lait pendant l'électrodialyse dans un intervalle de températures basses de 0 à 4°C alors qu'au-dessus de cet intervalle de températures, la coagulation de la caséine du lait a lieu dès que le point isoélectrique de la caséine est atteint. On obtient ainsi un lait décationisé acide, débarrassé en grande partie des cations calcium, sodium, potassium, contenus dans le lait initial, ayant une teneur en éléments minéraux inférieure à 4 g/litre, un pH inférieur ou égal à 4,6, et contenant la totalité des matières azotées protéiques et du lactose du lait normal; ce lait décationisé, acide, lorsque son pH est inférieur ou égal à 3,8, présente la particularité de pouvoir être conservé sans précautions

particulières pendant plusieurs jours à une température supérieure à 4°C, par exemple à la température normale, sans qu'il se produise de coagulation de la caséine qu'il contient, ni de développement microbien.

5 On peut avantageusement utiliser ce lait décationisé acide pour la fabrication de la caséine ou du caillé acide pour fromages sans présure et du lactosérum.

Plus particulièrement, on peut le mélanger au lait normal non traité pour amener le pH des deux laits au point isoélectrique de 10 la caséine du lait et réchauffer le mélange ainsi obtenu à une température de 10 à 60°C pour provoquer la coagulation de la caséine contenue à la fois dans l'un et l'autre lait en vue de l'obtention de la caséine ou du caillé acide pour fromages sans présure, et du lactosérum, ce qui représente un avantage économique appréciable du fait 15 que le traitement par électrodialyse peut être limité à une fraction seulement du lot de lait destiné à la fabrication de la caséine ou du caillé.

La présente invention a donc pour objet un procédé de traitement du lait par électrodialyse sur membranes cationiques, 20 selon lequel on conduit l'électrodialyse à une température de 0° à 4°C, de préférence 0-2°C, pendant la durée nécessaire pour abaisser le pH dudit lait à une valeur inférieure ou égale à 4,6, de préférence à une valeur de 2-4,6, après quoi on récupère le lait décationisé acide ainsi obtenu.

25 Plus particulièrement, le lait et éventuellement la solution acide d'électrodialyse sont préalablement refroidis à une température de 0° à 4°C, de préférence 0-2°C, avant leur introduction dans l'électrodialyseur.

La présente invention a également pour objet un procédé 30 d'utilisation du lait décationisé acide obtenu selon le procédé ci-dessus décrit, en vue de la préparation de la caséine et du lactosérum, procédé selon lequel on part d'un lait décationisé acide ayant un pH de 4,4-4,6, et on réchauffe ce lait à une température de 10 à 60°C pour coaguler la caséine qu'il contient et on récupère la caséine 35 ainsi coagulée et le lactosérum ainsi obtenu.

La présente invention a également pour objet un procédé

- d'utilisation du lait décationisé acide, en vue de la préparation de la caséine et du lactosérum, procédé selon lequel on mélange le lait décationisé acide avec une quantité de lait normal suffisante pour éllever le pH du mélange jusqu'au voisinage du point isoélectrique de la caséine, puis on réchauffe le mélange ainsi obtenu à une température de 10 à 60°C, pour coaguler la caséine contenue à la fois dans le lait décationisé acide et dans le lait normal, puis on récupère la caséine ainsi coagulée et le lactosérum ainsi obtenu.

Plus particulièrement, le lait décationisé acide est mélangé avec une quantité de lait normal, suffisante pour éllever le pH du mélange à une valeur de 4,4-4,6.

Plus particulièrement encore, on réchauffe le mélange de lait décationisé acide et du lait normal à une température de 40 à 50°C pour coaguler la caséine.

De préférence, le rapport en volume entre la quantité de lait normal et celle de lait décationisé acide est de 1:1 environ.

La caséine coagulée est séparée du lactosérum puis lavée et séchée selon les procédés traditionnels (séchage par atomisation, ou par air chaud en lit fluidisé) ou bien transformée en caséinates de métaux alcalins ou alcalino-terreux (sodium, potassium, calcium) ou en caséinate d'ammonium.

Le lactosérum récupéré (qui ne contient que les cations apportés par le lait normal) peut alors être séché en l'état ou après neutralisation ou bien subir toute opération technologique habituelle telle que déminéralisation, ultrafiltration, concentration par osmose inverse.

Il est remarquable que ce lactosérum concentré par ultra-filtration ou non possède de bonnes propriétés de foisonnement et en tous les cas supérieures à celles d'un lactosérum de caséine obtenu par acidification directe et ce, autant sur le volume après battage que sur la texture.

Par ailleurs, la présente invention a pour objet un procédé d'utilisation du lait décationisé acide, en vue de la préparation du

caillé acide pour fromages sans présure et du lactosérum, ledit procédé comportant :

- le mélange du lait décationisé acide avec du lait normal, en quantité suffisante pour éléver le pH du mélange jusqu'au voisinage du point 5 isoélectrique de la caséine du lait,

- le réchauffage du mélange ainsi obtenu à une température de 10 à 60°C, pour coaguler sous forme de caillé la caséine contenue à la fois dans le lait décationisé acide, et dans le lait non traité, et puis

10 - le découpage du caillé formé, sa cuisson à une température comprise entre 48 et 60°C, le soutirage du lactosérum et sa récupération, le lavage du caillé à l'eau froide et l'égouttage dudit caillé.

Dans le cadre de ce dernier procédé, le lait décationisé acide est mélangé avec une quantité de lait normal suffisante pour 15 éléver le pH du mélange à une valeur de 4,4-4,6.

Plus particulièrement, on réchauffe le mélange de lait décationisé acide et de lait normal à une température de 30 à 35°C pour coaguler le caillé. De même, le rapport en volume entre la quantité de lait normal et celle de lait décationisé acide est de

20 1:1 environ.

On peut ainsi réaliser par le procédé selon l'invention ci-dessus décrite, notamment les types de fromages sans présure suivants : "Cottage Cheese", "Queso Blanco", "Quark", "Cheddar-Like Cheese", "Picotta", "Blue Cheese", et fromage pour pizza.

25 On décrira l'invention dans ce qui suit en référence au dessin ci-joint sur lequel la figure unique représente de façon schématique une installation industrielle d'électrodialyse pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Une telle installation comporte plusieurs électrodialyseurs 30 1, 1', 1", montés en série, comprenant chacun un grand nombre de compartiments juxtaposés dont un sur deux, 1a, est un compartiment de dilution et l'autre, 1b, un compartiment de concentration, l'ensemble de ces deux compartiments constituant une cellule d'électrodialyse. Les 35 compartiments sont séparés les uns des autres par des membranes uniquement cationiques 2 qui, comme leur nom l'indique, ne se laissent traverser que par les cations.

Le lait écrémé, amené par la conduite 3 et refroidi à 2°C dans l'échangeur thermique 4 est refoulé par la conduite d'alimentation 5 dans les compartiments de dilution 1a du premier électrodialyseur 1; les cations minéraux contenus dans ledit lait se déplacent dans le sens du courant électrique lorsqu'une tension est appliquée entre les électrodes 6, 7 de l'électrodialyseur et peuvent sortir des compartiments de dilution 1a en traversant les membranes cationiques 2 pour migrer dans les compartiments de concentration 1b adjacents. Par ailleurs, une solution acide, telle qu'une solution aqueuse d'acide sulfurique à pH 1, amenée par la conduite 8 et refroidie à 2°C dans l'échangeur thermique 9 est envoyée par la conduite d'alimentation 10 dans les compartiments de concentration 1b du premier électro dialyseur 1; les ions H<sup>+</sup> qu'elle contient circulent en sens inverse du courant électrique et traversent les membranes cationiques 2 pour migrer dans les compartiments de dilution 1a.

Les compartiments de concentration 1b s'enrichissent en cations minéraux pendant que les compartiments de dilution 1a s'appauvriscent en cations minéraux et s'enrichissent en ions H<sup>+</sup>.

Autrement dit, le lait écrémé se décationise et s'acidifie dans les compartiments de dilution 1a, tandis que la solution acide est neutralisée dans les compartiments de concentration 1b.

Le lait sortant du premier électrodialyseur est envoyé dans les compartiments de dilution du second électrodialyseur 1' puis dans ceux du troisième électrodialyseur 1'' tandis que la solution acide sortant du troisième électrodialyseur 1'' est introduite dans les compartiments de concentration du second électrodialyseur 1' puis dans ceux du premier électrodialyseur 1. Le nombre de compartiments de dilution traversés par le lait est calculé de façon que la quantité de cations échangés entre le lait et la solution acide correspond à un abaissement du pH du lait à la valeur désirée qui est égale ou inférieure au point isoélectrique de la caséine du lait ( $\text{pH} \leq 4,6$ ).

La solution acide enrichie en cations sortant des compartiments de concentration est évacuée par la conduite de sortie 11.

Le lait décationisé et acidifié à pH < 4,6 sortant des compartiments de dilution du dernier électrodialyseur 1" est réuni dans la conduite d'évacuation 12, et mélangé à du lait normal provenant de la conduite 13 reliée à la conduite d'amenée de lait 3.

La quantité de lait normal ajouté est telle que le pH du mélange est élevé à 4,4-4,6. Le mélange est ensuite réchauffé à une température de 10 à 60°C dans l'échangeur thermique 14. Le caillé floqué est séparé du lactosérum et dirigé vers l'installation de fabrication de la caséine ou du fromage. Le lactosérum est récupéré pour être utilisé en l'état ou neutralisé ou pour être traité selon les procédés technologiques habituels tels que concentration thermique, concentration par osmose inverse, séchage, ultrafiltration, déminéralisation totale.

Les exemples qui suivent sont destinés à illustrer l'invention sans en limiter la portée.

EXEMPLE 1 : Fabrication de caséine et de lactosérum.

On traite 100 litres de lait écrémé dans l'installation d'électrodialyse ci-dessus décrite équipée de 100 cellules (100 membranes cationiques représentant une surface de 2,3 m<sup>2</sup>).

Le lait est refroidi à 2°C, la solution acide est une solution aqueuse d'acide sulfurique à pH 1, refroidie également à 2°C. La tension appliquée aux bornes des électrodes est de 150 volts.

Après deux passages successifs, le lait décationisé, acidifié à pH 4,4, est recueilli et réchauffé à 45°C; la caséine coagulée est séparée du lactosérum.

ANALYSE DES PRODUITS

	<u>LAIT DE DEPART</u>	<u>LAIT DECATIONISE ACIDIFIE</u>
pH	6,6	4,4
matière sèche	91 g/l	84 g/l
matière azotée	33,6 g/l	32,7 g/l
chlorures (NaCl)	1,85 g/l	1,70 g/l
calcium	1,5 g/l	1,0 g/l
sodium	0,5 g/l	0,25 g/l
potassium	1,6 g/l	0,30 g/l

LACTOSERUM

Matière sèche	61 g/l
matière azotée	% ES. 11,9
chlorures (NaCl)	% ES. 2,75
calcium	% ES. 1,7
5 sodium	% ES. 0,4
potassium	% ES. 0,52
matières minérales	% ES. 7,5

(ES = extrait sec)

CAILLEBOTTE APRES

	<u>LAVAGE A L'EAU</u>	
10 Humidité	%	54
protéines	% ES.	96,5
cendres	% ES.	1,95
matière grasse	% ES.	< 0,5
15 lactose	% ES.	0,15

Ce lactosérum se caractérise par une minéralisation globale faible due en particulier à la faible teneur en chlorures, potassium et sodium, malgré sa richesse en calcium.

EXEMPLE 2. Fabrication de caillé pour fromages type "Cottage Cheese"

20 et du lactosérum.

On traite 80 litres de lait dans l'installation d'électro-dialyse ci-dessus décrite équipée de 100 cellules.

Le lait et la solution acide (qui est une solution aqueuse d'acide sulfurique à pH 1,0) sont refroidis à 2°C. La tension appliquée aux bornes des électrodes est de 200 volts.

Après 4 passages successifs, le lait décationisé, acidifié à pH 3, recueilli, est mélangé au lait normal pour un pH final de 4,5. Le mélange est réchauffé lentement à 32°C pour provoquer la coagulation de la caséine des deux laits. Lorsque la texture du caillé obtenu présente une fermeté convenable, il est procédé à son découpage. Après 15 minutes de repos, le caillé découpé est soumis à la cuisson, par réchauffage modéré jusqu'à une température de 52 à 55°C. La fermeté désirée du caillé

est obtenue après environ une heure à cette température. Le lactosérum est soutiré; le caillé est lavé et refroidi avec de l'eau javellisée acidifiée à pH 5,0, puis égoutté. Ces opérations sont renouvelées et terminées par une opération de lavage à l'eau glacée (4°C).

Le caillé égoutté peut être emballé avec ou sans sel ou crémé et salé de façon connue en soi.

Le produit obtenu présente la texture et le goût des fromages du type "Cottage Cheese".

COMPOSITION DU FROMAGE

10	Matière sèche	%	22
	Protéines	%	21
	Matières minérales	%	0,6
	Matières grasses	%	0,1
	Lactose	%	<0,1

15	<u>COMPOSITION</u>	<u>LACTOSERUM</u>	
		<u>SELON L'INVENTION</u>	<u>LACTOSERUM</u> <u>ACIDE TRADITIONNEL</u>
	Matière sèche g/l	62,8	60-65
	matières minérales % ES.	7,3	10,5-12
	matières azotées % ES.	11,3	10,5-11,5
20	chlorures (NaCl) % ES.	2,75	7,0-7,5
	calcium % ES.	1,5	1,6-2,0
	sodium % ES.	0,45	0,7-0,9
	potassium % ES.	1,2	2,4-2,6

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement du lait par électrodialyse sur membranes cationiques, caractérisé en ce que l'on conduit l'électrodialyse dudit lait à une température de 0° à 4°C, pendant la durée nécessaire pour abaisser le pH du lait traité à une valeur inférieure ou égale à 4,6, après quoi on récupère le lait décationisé acide ainsi obtenu.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on conduit l'électrodialyse à une température de 0 à 2°C.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on conduit l'électrodialyse pendant la durée nécessaire pour abaisser le pH du lait traité à une valeur de 2 à 4,6.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le lait est préalablement refroidi à une température de 0 à 4°C, de préférence de 0 à 2°C avant son traitement par électrodialyse.
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la solution acide d'électrodialyse est préalablement refroidie à une température de 0 à 4°C, de préférence de 0 à 2°C avant son introduction dans l'électrodialyse.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le lait à traiter est du lait écrémé.
7. Lait décationisé acide obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
8. Procédé d'utilisation du lait décationisé acide, selon la revendication 7, en vue de la préparation de la caséine et du lactosérum, caractérisé en ce que l'on part d'un lait décationisé acide ayant un pH de 4,4-4,6, et l'on réchauffe ce lait à une température de 10 à 60°C pour coaguler la caséine qu'il contient et on récupère la caséine ainsi coagulée et le lactosérum ainsi obtenu.
9. Procédé d'utilisation du lait décationisé acide, selon la revendication 7, en vue de la préparation de la caséine et du lactosérum, caractérisé en ce que l'on mélange le lait décationisé acide avec une quantité de lait normal suffisante pour éléver le pH du mélange jusqu'au voisinage du point isoélectrique de la caséine, puis

on réchauffe le mélange ainsi obtenu à une température de 10 à 60°C, pour coaguler la caséine contenue à la fois dans le lait décationisé acide et dans le lait normal, puis on récupère la caséine ainsi 5 coagulée et le lactosérum ainsi obtenu.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le lait décationisé acide est mélangé avec une quantité de lait normal, suffisante pour éléver le pH du mélange à une valeur de 4,4-4,6.

11. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que l'on réchauffe le lait décationisé acide ou le mélange de lait décationisé acide et de lait normal à une température de 40 à 50°C pour coaguler la caséine.

12. Procédé selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le rapport en volume entre la quantité de lait normal et celle de 15 lait décationisé acide est de 1:1 environ.

13. Procédé d'utilisation du lait décationisé acide selon la revendication 7, en vue de la préparation du caillé acide pour fromages sans présure et du lactosérum, caractérisé en ce qu'il comporte :

20 - le mélange du lait décationisé acide avec du lait normal, en quantité suffisante pour éléver le pH du mélange jusqu'au voisinage du point isoélectrique de la caséine du lait  
- le réchauffage du mélange ainsi obtenu à une température de 10 à 60°C, pour coaguler sous forme de caillé la caséine contenue à la 25 fois dans le lait décationisé acide, et dans le lait non traité, et puis

- le découpage du caillé formé, sa cuisson à une température comprise entre 48 et 60°C, le soutirage du lactosérum et sa récupération, le lavage du caillé à l'eau froide et l'égouttage dudit caillé.

30 14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le lait décationisé acide est mélangé avec une quantité de lait normal suffisante pour éléver le pH du mélange à une valeur de 4,4-4,6.

15. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'on réchauffe le mélange de lait décationisé acide et de lait normal 35 à une température de 30 à 35°C pour coaguler le caillé.

16. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le rapport en volume entre la quantité de lait normal et celle de lait décationisé acide est de 1:1 environ.

